



ÜBER DEN BAU

DER

CECROPIA PELTATA LINN.

VON

Dr. H. KARSTEN,

M. d. A. d. N.

MIT ZWEI STEINDRUCKTAFELN.

BEI DER AKADEMIE EINGEGANGEN DEN 17. DECEMBER 1851.

Die verschiedenen Arten *Cecropia* Venezuela's, die theils in den heissen und feuchten Thälern (*C. peltata* L.), theils in den kühleren Gebirgswäldern (*C. digitata* Kl., *C. nivea* Pöppig, *C. Ruiziana* Kl.) wachsen, sind alle ausgezeichnet durch ihre eigenthümliche Haltung und Blattform; sie erinnern an den verwandten *Artocarpus*, an die Aralien mit fingerförmig-gelappten Blättern, und noch mehr, wenigstens so lange sie eine ausgebreitete Krone entbehren, an die *Carica*. Der glatte, weisslichgraue Stamm ist zeitlebens durch die entfernt stehenden, ihn ringförmig umfassenden Blattnarben gezeichnet, an deren einer Seite man an den jüngeren Stämmen und Zweigen die dreieckige Narbe der Blattstielbasis unterscheidet, die später immer schmäler wird und endlich mit der übrigen Ringnarbe verschmilzt. In einer Höhe von 30′—40′ beginnt die Verzweigung der wenigen, sparrigen Aeste, deren oberes Ende die langgestielten, grossen, schildförmigen Blätter trägt, die bis zur Entfaltung unter der grossen, kegelförmigen Blattscheide verborgen sind. Der Stamm sowohl, wie die Blattstiele, sind hohl, das Rohr des ersteren in den Knoten durch stehenbleibende Scheidewände quergetheilt; die jungen beblätterten Zweige, die zuweilen einen Durchmesser von 3″ haben, bestehen, unsern Umbelliferen gleich, aus einem verhältnissmässig dünnwandigen Cylindermantel, der die weite mittlere Höhle umfasst.

Fig. 1. zeichnete ich in fünffacher Vergrösserung einen Theil des Querschnittes eines zwei Zoll dicken Stammes der *Cecropia peltata*, um die verschiedenen Gewebe, die den Stamm zusammensetzen, anschaulich zu machen. Das der Mittellinie zunächst befindliche Gewebe ist ein

dünnwandiges, lufterfülltes Parenchym, aus den rundlichen Zellen des Markes bestehend, das die Mitte der jüngsten Axe ausfüllt, später die Höhle derselben begrenzend und die innere Oberfläche des Holzcylinders bedeckend (Fig. 2. *a.* 180mal vergrössert). Durch eine dünne Schicht porös verdickter Cylinderzellen, deren längere Axe in horizontaler Richtung liegt, wird dies Markgewebe von einem kugligen, gleichfalls fein porös-verdickten Zellgewebe getrennt (Fig. 2. *b.* u. *c.*), in dem zerstreut die zuerst in der Axe auftretenden Spiralfasern und verwandte Gebilde stehen, die in radiale Reihen geordnet sind, zunächst von verholzten Cylinderzellen (Cambiumzellen) umgeben. Hieran grenzt die Holzschicht, die aus wenig- und fast gleichförmig verdickten, nur schwach fein punctirten spindelförmigen Zellen besteht, und die durch radiale Schichten von parallelepipedischen dicht- und fein-porös-verdickten, mit Stärke angefüllten Zellen (deren lange Axe mit der Pflanzenaxe parallel), den Markstrahlen, in gleichfalls radiale Schichten gesondert ist, in denen in mehr oder weniger grossen Abständen einzelne, oder zu 2 oder 3 beisammenstehende sehr weite Netzfasern zerstreut stehen. Figur 3 zeigt eine solche Netzfaser mit dem benachbarten Gewebe im Querschnitt 180mal vergrössert.

Dieser Holzcylinder wird nach aussen bedeckt durch ein ziemlich bedeutendes Rindengewebe, in dem man zwei Abtheilungen unterscheiden kann, eine innere von Bast- und Milchsaftfasern durchzogene Schicht, deren Zellen Stärke und Chlorophyll enthalten, und eine äussere Schicht, deren grössere nur chlorophyllhaltige Zellen von Gummikanälen durchzogen werden und die nach aussen von einer geringen Schicht Korkgewebes bedeckt wird. — Die innere stärkehaltige Rindenschicht ist mit den jüngsten Holzzellen Figur 4 im Querschnitt 180mal vergrössert. Die Markstrahlen erstrecken sich durch das Rindenparenchym bis an die äussere Seite der innern Bastbündel, deren dieser Rindentheil zwei Schichten enthält; neben den Markstrahlenzellen finden sich besonders häufig dünnhäutige, enge Cylinderzellen, Krystalldrusen enthaltend, welche letztere

sich in Essigsäure theilweise unter Gasentwickelung lösen und einen Zellkern zurücklassen. Es ist dies ein fast regelmässiges Verhalten der cambialen Zellkerne während der Ruheperiode; man trifft im Winter vor dem Eintritte der Regenzeit dieselben bei den verschiedensten Pflanzen in diesem, man könnte sagen versteinerten, Zustande, während in ihrem Innern eine erneute und vermehrte Lebensthätigkeit durch Verarbeitung des stickstoffhaltigen Stoffes in eine grosse Anzahl endogener Bläschen vorbereitet wird. — Die Bastfasern, die gruppenweise in zwei verschiedenen Kreisen diesen Theil des Rindenparenchyms durchziehen, sind gänzlich *) angefüllt durch die Verdickungsschichten, das Assimilationsproduct der innern Zellenhäute, während die Mutterzelle nicht verdickt ist. Diese Mutterzelle wird durch verdünnte Schwefelsäure nicht geröthet, wie die verdickten endogenen Häute; in sehr alten Stämmen verlieren jedoch auch sie diese Eigenschaft, und nur die in dem jüngsten Rindengewebe befindlichen werden dann durch Schwefelsäure geröthet; durch Salpetersäure wird die innere der beiden verdickten Schichten hier gelb gefärbt, während die äussere hell bleibt; darauf mit Jod behandelt, wird die innere brandgelb, die äussere roth. Man sieht, dass die Assimilationsthätigkeit der verschiedenen endogenen Membranen eine verschiedene ist und von der äussern zur innern vorschreitet.

Neben den Bastbündeln befinden sich besonders in dem jüngsten Rindengewebe einzelne Milchsaft-Fasern oder -Zellen, die in einer trüben, an Faserstoff und Käsestoff reichen Flüssigkeit **) unregelmässige,

---

*) Innerhalb der zweiten verdickten Faser findet sich eine höchst geringe Menge eines festen, braunen, körnigen Stoffes, wie mir schien, der Rest des Inhalts der endogenen Zellen.

**) Folgende Versuche, die ich mit dem ausgeflossenen Safte anstellte, führten mich darauf, dass derselbe, ausser den darin schwimmenden Fettbläschen, eine Auflösung von Faserstoff und Käsestoff enthält: „Der frisch aufgefangene Saft reagirt sauer, färbt sich bald an der Luft grünlich-braun und setzt ein Coagulum ab, das sich später braun färbt. Schlägt man die Flüssigkeit mit einem Stabe, so hängt sich eine gleiche zähe Masse an denselben, die

plattenförmige Körperchen enthalten, welche, ihrem Verhalten gegen Säuren, Aether, Alkohol und Aetzkali gemäss, ein wachsartiger Stoff sind. In der äussern, Chlorophyll enthaltenden, Rindenschicht befinden sich nahe unter dem Korkgewebe einzeln stehende, weite Gummikanäle von dünnwandigen, Chlorophyll und Stärke führenden, Zellen umgeben.

Etwas verändert ist die Beschaffenheit der Gewebe des Stammes der *Cecropia* während des lebhafteren Wachsthumes in der Regenzeit. Die neben den Spiralfasern befindlichen Cylinderzellen, so wie das sie umgebende Parenchym (Fig. 2. *b. c.*), besitzt dann nicht die punctirt verdickten Wandungen, sondern fast gleichförmige dünne Häute und ist mit Stärke angefüllt; ebenso enthalten auch die spindelförmigen Holzzellen (Fig. 3. *c.*) dann Stärke; die Häute der Bastfasern dagegen waren weniger verdickt, schienen auch an Zahl abgenommen zu haben und die Zellen des Cambiums nicht mit incrustirten Zellkernen, sondern mit einer trüben, Bläschen führenden Flüssigkeit erfüllt, während die benachbarten Gewebe des Holzes und der Rinde augenscheinlich in der Vermehrung ihrer Theile durch Neubildung begriffen sind.

Durchschneidet man den Gipfeltrieb des Stammes, um die Reihenfolge der Entstehung der verschiedenen Elementargewebe und deren Umbildung zu beobachten: so sieht man, dass die erste Sonderung in Mark- und Rinden-Parenchym begleitet ist von dem Auftreten der Spi-

---

bei'm Verbrennen Ammoniak entwickelt. Aetzendes Ammoniak färbt die helle Flüssigkeit grün, ohne sie zu trüben; der coagulirte Stoff wird gleichfalls grün gefärbt, doch nicht aufgelöst, ebenso ist der geronnene Stoff in den Mineralsäuren, wie in Oxal- und Essigsäure, und auch in ätzendem Kali nicht löslich; lässt man den Saft jedoch in verdünnte Lösungen dieser Substanzen tröpfeln, so wird die Ausscheidung verhindert. Durch concentrirte Salpetersäure wird die Flüssigkeit getrübt, der Niederschlag löst sich bei Zusatz von Wasser. Durch verdünnte Salpetersäure entsteht kein Niederschlag. — Auch nach der Abscheidung des Faserstoffs schlägt Salpetersäure noch weisse Flocken nieder, die sich in Ammoniak lösen. Den gleichen Niederschlag erhält man durch Essigsäure ebenso löslich in Ammoniak, doch auch in einem Ueberschusse von Essigsäure.

ralfasern in dem Cambiumcylinder, der jene beiden Gewebe trennt; in dem Rindenparenchym und in dem Cambium vor den Spiralen erscheinen dann einzelne, vertikale Reihen weiterer Zellen, die sich durch Resorption ihrer Querwände zu Fasern vereinigen; die in dem Rindengewebe befindlichen verändern sich dann anatomisch nicht weiter, sie sondern später, wenn sich in dem benachbarten Gewebe Stärke gebildet hat, Gummi ab; die vor den Spiralfasern stehenden, mit einer trüben, schleimig-körnigen Flüssigkeit erfüllten, verändern sich später in Poren- oder Treppen-Fasern, die, wie ich schon früher gezeigt (die Vegetations-Organe der Palmen, S. 47), durch das nahe Anliegen benachbarter Zellen als Netzfasern erscheinen.

In dem Rindengewebe, besonders in den peripherischen Theilen, besteht etwas länger die Zellenbildung, wie im Marke; in der behaarten Epidermialschicht selbst und den ihr benachbarten Zellen dauert auch dann noch die Entstehung neuer Zellen fort, ganz gleich dem zum Holzcylinder gehörenden Cambium, wenn schon in dem innern Rindengewebe die Zellen der Milchsaft- (spätern Bast-) Fasern zu unterscheiden sind. Diese Milchsaftfasern finden sich an der Stelle der Bastfasern in dem jüngsten Rindengewebe als längere, dünnwandige Cylinderzellen, deren Tochterzelle mit einer trüben, körnigen Flüssigkeit angefüllt ist. In dem eben ausgewachsenen, Chlorophyll haltenden, Rindengewebe hat sich der trübe Inhalt zu einer klaren Flüssigkeit, in der kleine, mit Wachs erfüllte Bläschen enthalten sind, umgeändert, und die vertikal übereinanderstehenden Zellen sind bei resorbirten Querscheidewänden zu Fasern verwachsen. Um hier gleich die weitere Umwandlung dieser Faser zusammenzufassen, füge ich schon hier hinzu, dass in den älteren, blattlosen Stammtheilen sich die Haut der Tochterzellen verdickt findet, während die Fettbläschen nicht mehr zu entdecken sind und der wieder körnig und trübe gewordene flüssige Inhalt durch Eisenchlorid grünlich-braun gefärbt wird, wie früher vor der Vereinigung der Zellen zu Fasern. Später verschwindet auch diese Flüssigkeit, und es findet sich eine zweite Verdickungsschicht

in der ersten, dieser von Ansehen ähnlich, doch als jünger entstanden, anfangs wenigstens, von ihr chemisch verschieden.

In der äussersten Schicht des Rindengewebes hat nun zu der Zeit, wenn die Bildung von Absonderungsstoffen (Chlorophyll, Stärke u. s. w.) in den Rindenzellen beginnt, d. h. wenn das Erscheinen dieser Generation das Ende der cambialen Thätigkeit bezeichnet, gleichfalls die Bildung neuer Zellen aufgehört, doch entstehen in ihm keine festen Secrete, es lagert sich vielmehr, während sie in die Länge wachsen, ein von ihnen nicht vollständig assimilirter Antheil der Nahrungsflüssigkeit als durchscheinender, fester Zwischenzellstoff zwischen der Mutterzelle und der wie diese nicht verdickten Tochterzelle *) ab, der erst später von dieser aufgenommen wird, wenn, in der zweiten Vegetationsperiode, nach dem Abfalle der Blätter eine neue Zellenbildung in ihnen beginnt. Diese nimmt dann der Oberfläche zunächst ihren Anfang **) (Fig. 6.), es entstehen neben Chlorophyllbläschen andere, mit einer klaren Flüssigkeit erfüllte kleine Zellen, die bald sich in den ganzen Raum der Mutterzelle theilen, das Chlorophyll assimiliren und in der Form von Korkzellen die

---

*) Dass dieser, nach Behandlung mit Schwefelsäure durch Jod sich bläuende Zwischenzellstoff, der bei der *Artanthe flagellaris* resorbirt wird, während sich die Membranen der Tochterzellen verdicken (die Vegetationsorgane der Palmen, p. 143), in der That zwischen der Mutter- und Tochterzelle sich befindet, sieht man sehr deutlich bei einigen Malvaceen, Sterculiaceen, Amaranthaceen u. s. w., weniger deutlich hier bei der *Cecropia* und vielen andern Pflanzen, bei denen die Häute der Mutterzellen schwer von denen der Zwischenzellsubstanz zu unterscheiden sind. Ob dieses Cambium unmittelbar zur Bildung von Korkzellen Veranlassung gibt, oder vorher zur Vergrösserung des Parenchyms der Rinde beiträgt, ist bei nahe verwandten Pflanzen, bei *Ochroma* und *Bombax*, verschieden; Regel scheint es zu sein, dass nach aussen Kork-, nach Innen Rinden-Zellen aus diesem Cambium-Gewebe hervorgehen.

**) Zuweilen findet man die zunächst der Epidermis anliegende, äusserste Zellenschicht dieses cambialen Gewebes ganz mit Zellkernen, die von Krystallen kohlensauren Kalkes überzogen sind, angefüllt, ähnlich dem Holzcambium, während die inneren Schichten desselben keine festen Stoffe enthalten.

abfallende Epidermis ersetzen. Der ganze Vorgang hat die grösste Aehnlichkeit mit dem weiter unten bei der Wurzelmütze zu beschreibenden, nur dass dort Stärke, hier Chlorophyll während der Ausbildung des Korkgewebes verbraucht, dort ein an Kohlenstoff, hier ein an Stickstoff reicheres Product erzeugt wird; sehr wahrscheinlich ist es wohl, dass auch dies Oberhautgewebe des Stammes dazu bestimmt ist, die Thätigkeit der abgeworfenen Epidermis mit ihren Haaranhängen zu übernehmen, und die dem Pflanzenkörper nöthigen Nahrungsstoffe, so weit sie in der Luft enthalten sind, zuzuführen. Diese Korkgewebebildung setzt sich von den äussern Schichten des Rindencambiums bis auf die innerste in gleicher Weise fort, die sich inzwischen in Rindenparenchym umänderten und jetzt die Bildung von Korkzellen übernehmen, wie sie in den meisten übrigen Pflanzen, denen jenes Gewebe nicht eigen ist, von vorn herein hiezu bestimmt sind.

Die Zellen des Cambium, in dem die Bildung der Spiral- und Treppenfaser vor sich ging, haben dieselbe cylindrische Form, wie die der cambialen Rindenschicht; aus ihren endogenen Bildungen gehen theils die unmittelbar neben den Spiralen, Treppen- und Netzfasern stehenden spindelförmigen Holzzellen, theils die diese Holzbündel trennenden parallelepipedischen Markstrahlenzellen hervor; beide, Holzzellen sowohl, wie Markstrahlenzellen, bekommen später punctirt verdickte Wandungen und füllen sich mit Stärke, die je nach den Wachsthumsperioden verbraucht und wiedererzeugt wird. Ebenso verhält sich das die centrale Seite des Holzcylinders bedeckende Parenchym. Die Gestalt der grössesten Stärkebläschen ist eine flaschenförmige, und zwar hängen sie mit dem Ende des Flaschenhalses der etwas verdickten Tochterzelle an; nach ihrer Resorption besitzt diese hier eine Pore. Die Verflüssigung des Stärkebläschens trifft zuerst seinen Inhalt; das fast entleerte Bläschen wird durch Jod röthlich gefärbt.

Die mit den spindelförmigen Holzzellen zugleich aus dem Cambium hervorgehenden, weiten, porösen Fasern, die, wie erwähnt, ebenso wie

die in der Rinde enthaltenen Gummifasern aus vertikal übereinander stehenden Zellenreihen entstehen, haben wohl ohne Zweifel diese Bildung gemein mit den aus dem Cambium zuerst hervorgehenden engen, abrollbaren Spiralen, denn, wenn auch die wirkliche Entstehung dieser letzteren sehr schwierig zu beobachten ist, darf man es wohl nicht nur aus der Analogie mit den verwandten Fasern, sondern auch aus einzelnen verlangsamten Bildungen schliessen, bei denen die Zellen, aus denen die an einer Stelle sehr rasch zusammenwachsende Faser besteht, an einer andern Stelle längere Zeit und zum Theil beständig als Spiralzellen verharren. Dass alle diese Verdickungsschichten durch die Lebensthätigkeit der Tochterzellen, durch den Assimilationsprocess der Häute dieser entstehen, habe ich schon 1843: „de cella vitali“ gezeigt und seitdem verschiedentlich Gelegenheit gehabt, zu wiederholen; auch hier habe ich Fig. 4. *a'* in 500maliger Vergrösserung die jüngsten Zellen einer entstehenden Porenfaser gezeichnet, in der die Tochterzelle durch Endosmose von Alkohol mit den in ihr enthaltenen und ihr anhängenden Bläschen von der Mutterzelle entfernt ist, während der noch vorhandene Zellkern aus der zerrissenen Zelle hervortritt. Fig. 4. *b'*. eine ältere poröse Faser, in der die Haut der Tochterzelle mit dem ihr anhängenden Bläschen porös verdickt ist; *c'* eine andere poröse Faser, durch die aussen umstehenden Zellen und die denselben entsprechend vertheilten endogenen Bläschen zur Netzfaser geworden.

Ganz ähnlich, wie im Stamme, verhalten sich die Gewebe im Blattstiele, nur dass die Bildung der Holzschicht mit den weiten Netzfasern hier nicht eintritt und auch das Korkgewebe nicht entsteht *); von dem

*) Bei denjenigen Blättern, die zwei Vegetationsperioden erleben, geht auch in diesem Rindencambium des Blattstieles eine gleiche Umbildung im Parenchym und Korkgewebe vor sich. Bei der *Guarea trichilioides*, auf deren erneute Blattfieder-Bildung an der Spitze des alten Blattstieles ich schon früher aufmerksam wurde (Bot. Zeit. 1846. 7.), entwikkelten die Gewebe des an der Spitze weiter wachsenden Blattstieles sich in gleicher Weise,

in den Zellen des Rindencambium enthaltenen Zwischenzellstoff wird kaum etwas assimilirt. Vor dem Abfall des Blattes trocknet er zusammen, wie die Cambiumzellen selbst.

Die gegen das Ende der cambialen Thätigkeit des Gewebes der Axenspitze gleichzeitig mit dem Auftreten des Parenchyms entstehenden Spiralfasern verlängern sich auch durch mehrere Internodien des Stammes, bis sie in eine Blattanlage eintreten; in dieser erscheinen sie sehr früh, bevor noch die Gestalt des obern Blatttheiles in deren Anlage zu erkennen ist.

Die jüngsten Blattanlagen erscheinen in der Form einer dreiseitigen Pyramide an einer Seite der halbkugelförmigen cambialen Axenspitze; das Gewebe dieser Pyramide vermehrt sich in allen ihren Theilen gleichmässig, während ebenso die eigentliche Axenspitze in ihrer Vergrösserung und Weiterbildung fortfährt, umgibt bald mit der Basis fast den ganzen Umfang der Axe, indem in dieser die Zellgewebevermehrung sich in der Weise fortsetzt, dass nicht nur eine Verlängerung, sondern auch eine Verdickung und wulstförmige Hervorragung an der Axe in der Höhe der zuerst hervortretenden Blattandeutung eintritt. Diese pyramidale Blattandeutung umgibt mit der wulstigen ringförmigen Basis, wie ein zusammengehöriges Ganze, die Axenspitze, wie diese in allen ihren Theilen aus gleichartigem cambialen Gewebe bestehend und an Masse zunehmend. Neben der zuerst hervorgetretenen Spitze, die jetzt an der der Axe zugewendeten Seite concav, an der abgewendeten Seite convex geformt ist, erscheint darauf jederseits auf dem wulstigen Ringe eine andere Hervorragung, und in diesem Wulste tritt während der Gewebevermehrung des Ganzen, durch vorherrschende Zunahme des obern und

---

wie die der neu aus der Axenspitze hervorwachsenden Blätter: der ältere Theil derselben zeigte dann dieselbe Entwickelung und Umbildung der Gewebe, wie diejenigen der zweijährigen Axe.

untern Theiles eine Trennung ein, so dass der obere Theil mit den beiden zuletzt hervorgetretenen Spitzen, der untere mit der zuerst erschienenen einen zusammengehörigen Körper bildet, und jetzt ein innerer, oberer, zweispitziger, grösserer und ein äusserer, unterer, einspitziger, schmälerer Ring die Axe umgibt. Der obere Wulst ist an der der erstentstandenen, ihn jetzt bedeckenden Pyramide entgegengesetzten Seite nicht ganz geschlossen, der untere hier sehr schmal; im Verlaufe der ferneren Ausbildung der Axe tritt dieser letztere, in dem sich die von dem Umkreise nach dem Blattstiele wendenden Spiralen verlaufen, immer mehr gegen den zuerst hervorgetretenen Theil der Anlage des Blattes zurück, indem er mit der mehr und mehr im Durchmesser zunehmenden Axe verschmilzt und als ein früh ausgebildeter Theil dieser angesehen werden kann, wenn man nicht etwa vorzieht, die ganze primitive Axe als eine Verschmelzung von Blatttheilen zu betrachten.

Der obere, zweispitzig gewordene Theil des Wulstes, die Anlage der Blattscheide, gestaltet sich durch fortdauernde Vermehrung des in allen seinen Theilen gleichförmigen cambialen Gewebes zu einem Rohre oder Kegelmantel um, der die Spitze der Axe, mit ihren inzwischen hervortretenden Blattanlagen, einhüllt; an der Stelle, wo der Wulst nicht geschlossen war, ist auch diese Scheide durch einen Längenspalt geöffnet; doch indem auch hier, wie in dem ganzen Gewebe der Scheidenanlage, der Zellenbildungsprocess sich fortsetzt, wachsen die beiden Ränder dieses Spaltes weit übereinander, wodurch an dieser Seite die innern höherstehenden Organe durch eine doppelte Decke geschützt sind.

Die zuerst erschienene, tiefer an der Axe stehende Blattanlage, deren ganzes Gewebe inzwischen gleichfalls durch fortgesetzte endogene Zellenbildung vermehrt wurde, wächst an dem Umkreise ihres stumpfen Gipfels zu einem Rohre aus, das sich durch fortdauernde endogene Bildung in vertikaler, wie besonders horizontaler Richtung zu einer Fläche umgestaltet, an der sich die späteren Rippen der Blattfinger durch eine vermehrte Zellenbildung auszeichnen, während auch die Basis der Blatt-

anlage, zugleich mit dem darunter befindlichen, zur Zeit noch nicht zu unterscheidenden Stammtheile, in dem Neubildungsprocesse fortfährt, und so alle Theile des Blattes nach und nach deutlicher hervortreten.

In dem Gewebe der Axe ist in der Horizontallinie des zuerst erchienenen Blattwulstes die cambiale Thätigkeit zuerst beendet, während sich beiderseits, sowohl in dem obern wie untern Internodium, die lebhafteste Zellenvegetation fortsetzt.

Die Umgestaltung des noch gleichförmigen cambialen Gewebes zu eigenthümlich geformten Zellen und Fasern beginnt von den älteren Theilen aus, also von dem Grunde des Blattes, in dessen Spitze endend. Ebenso schreitet der Wachsthumsprocess der Zellen der Internodien von unten nach oben vor; doch ist der untere Theil des obern Internodium weiter ausgebildet wie der obere des nächst vorhergehenden, da das Wachsthum des Zellgewebes, seiner Bildung entsprechend, in den Knoten verhältnissmässig viel früher beginnt und beendet ist, wie in den Zwischenknoten, in die es sich von dem nächst untern Knoten fortsetzt.

Aus dem ganzen Umkreise des Cambiumcylinders der Axe wenden sich einzelne der zur Zeit noch einzeln stehenden Spiralfasern nach der Oberfläche zu, sich in der Richtung der Blatt- und Scheiden-Anlage fortbildend, und zwar verlassen, von unten nach oben gerechnet, diejenigen Spiralen, die sich in dem der Blattanlage entgegengesetzten Theile der Axe befinden, zuerst ihre vertikale Richtung, sich in einem Bogen nach aussen seitwärts und aufwärts in die Blattbasis begebend, entsprechend der Beendigung des cambialen Zellenlebens. An beiden Seiten folgen die dem Blatte näheren Fasern des Cambiumcylinders, einen ähnlichen Bogen beschreibend, bis endlich die unterhalb der Blattstielbases befindlichen Spiralen nur einen einfachen Bogen nach aussen machen, um zuerst vor allen in das cambiale Gewebe des Blattes sich zu verlängern. Die für die Blattscheide bestimmten Spiralen beschreiben keinen solchen Bogen, sondern verlängern sich einfach nach oben und verlassen erst neben dem Blattscheidengrunde den Cambiumcylinder.

*

In dem Blattstielgrunde durchkreuzen sich alle die in ihn eintretenden Fasern, ordnen sich darauf in dem cambialen Gewebe zu einem der Form des Blattstieles entsprechenden Cylinder, durchwachsen denselben in seiner ganzen Länge, sich in seiner Spitze unterhalb der schildförmigen Blattfläche nochmals durchkreuzend, worauf sie in diese hinein sich verlängern. So stellen die Fasern des Blattstieles einen an beiden Enden geschlossenen Cylinder dar, in welchem sich das Markparenchym des Blattstieles befindet, das während der Entfaltung desselben auseinanderweicht und ihn so zu einem hohlen Rohre macht.

In dem Cylinder, den die in die Blattanlage sich begebenden Spiralfasern im Stamme beschreiben, finden sich zwischen diesen bald andere, und wieder andere ein, die, nachdem jene diese vertikale Richtung verliessen, um sich durch das Gewebe der Stammrinde in das sich bildende Blatt zu begeben, bald gleichfalls einen ähnlichen Weg nach der nächst oberen Blattanlage einschlagen; diese Spiralen werden von den bald ausserhalb neben ihnen entstehenden, etwas weiteren abrollbaren Spiralfasern oder Treppen- oder Poren-Fasern begleitet, während die später mit dem Holzcylinder sich bildenden weiten Poren- oder Netz-Fasern auch mit den spindelförmigen Holzzellen einen geschlossenen, ununterbrochenen Cylindermantel bilden, der die Anfänge der Blattspiralen umgibt und nur dort in seinem Zusammenhange unterbrochen ist, wo jene sich nach aussen begeben oder die das Mark- und Rinden-Gewebe verbindenden parenchymatischen Zellenreihen sich zwischen den spindelförmigen Holzzellen befinden. *)

---

*) Dass nicht nur alle Dicotylen, sondern auch die Monocotylen und faserbildenden Acotylen nach eben diesem Typus gebaut sind, glaube ich in meiner Abhandlung über die Vegetations-Organe der Palmen gezeigt zu haben; die Verwechselung der Holzschicht mit den Faserbündeln gab die Veranlassung zu der entgegengesetzten Ansicht, was am auffallendsten sich bei den Farnen zeigte, wo man die Spiralfaser gänzlich übersah und die Holzschicht für „Gefässbündel" nahm.

Zugleich mit der Anlage des Blattes bildet sich in dem etwas älteren Stamme die Anlage zu einer Knospe in seiner Achsel (bei der Saamenpflanze ist es anders, worüber weiter unten). Nach dem Eintritte der letzten obern Spiralfaser in das laterale Organ, in die Blattscheide, setzt sich ein grösserer Abschnitt des Cambiumcylinders, in dem gleichfalls fast gleichzeitig Spiralfasern erscheinen, nach aussen durch das Rindenparenchym für die Knospe fort. In dem ganzen obern Zwischenknoten, soweit dieser hohl ist, werden die Spiralen dann oberhalb dieser Stelle nicht sogleich wiedergebildet, es findet sich hier nur ein geringes Cambiumgewebe oberhalb der Knospe, das sich in Holzgewebe umändert, welches das Gewebe des Markes von dem der Rinde trennt; und unterhalb des nächstfolgenden Knotens, dort, wo sich die Spiralen, um sich in das nächste Blatt zu begeben, in horizontaler Richtung seitwärts wenden und durch das Gewebe der Querscheidewand die Markhöhle unterbrochen wird, wird der Cambiumcylinder in dieser Vertikallinie gänzlich unterbrochen und Mark- und Rinden-Gewebe grenzen unmittelbar aneinander. Mit Ausnahme dieser Stelle überwächst bald die Holzschicht diese spiralfaserlose Spalte des Holzcylinders, jene wird erst durch die spätern Holzschichten gänzlich verschlossen und die Verbindung des Markes mit der Rinde dann aufgehoben.

Das sich in dem Cambium der Knospe bildende Markgewebe steht mit dem Theil des Markes des Stammes in Verbindung, der später zur Scheidewand der Stengelhöhle wird, und indem sich die Axe nach der Zeit der Knospenanlage noch bedeutend ausdehnt, steht die Knospe später etwas über dem Knoten, sowie der Blattstielgrund weit unter demselben steht. Die sich im Knospengrunde bildenden Spiralen verlängern sich wagerecht in das mittlere Parenchym des Knotens (durch das spätere Höherstehen der Knospe gehen dann auch diese Faserbündel anfangs senkrecht abwärts bis zum Knoten), das der Markscheide, Taf. XIII. Fig. 2. *b.*, entspricht, in diesem vielfach anastomosirend und allseitig bis an den Umkreis, besonders nach der entgegengesetzten Seite der Knospe,

wo sich die Oeffnung des Holzcylinders befindet, verlaufend. Alle Fasern des Knotens bestehen anfangs aus Spiralzellen, die sich erst später vereinigen, wie dies bei allen verlangsamten Faserbildungen der Fall ist. In dieser Scheidewand finden sich übrigens dieselben Gewebe, die an der Seite des Holzcylinders die Höhle des Internodiums auskleiden (Taf. XIII. Fig. 2.), die mittlere Schicht *b*, in der die Spiralen sich vertheilen, und jederseits die Schichten *c* u. *a*, die im unmittelbaren Zusammenhange mit den die Markscheide bedeckenden stehen. Da die Scheidewand im ältern Knoten etwas gewölbt, oben convex ist, so scheinen die im Umkreise befindlichen Schlingen auf Längenschnitten etwas abwärts zu verlaufen; es kommt dies indessen nur durch die Krümmung, sie verlängern sich nicht an der innern Seite des Holzcylinders.

Meistens bleiben die Knospen in diesem Zustande, ohne zur Entwickelung zu gelangen, wenn nicht durch Verletzung der gipfelständigen Knospe oder durch andere Störungen, wie durch die veränderte Lebensthätigkeit zur Blüthezeit, diese in derselben angeregt wird. Die eben beschriebenen anatomischen Verhältnisse: der von den Fasern der Blätter abgesonderte Verlauf der Spiralen der Knospe, die frühe Unterbrechung der Vegetation der Markscheide, der vielleicht von letzterer abhängige Stillstand in dem Wachsthume des Markgewebes und vielleicht auch die spätere Verwachsung der Verbindungsstelle des Scheidewandgewebes mit dem Rindenparenchym scheinen die Bedingungen einzuschliessen, die die fernere Ausbildung dieser an die Monokotylen erinnernden Knospe zurückhalten oder ganz unterdrücken können.

Diese achselständigen, mit dem Blatte zugleich erscheinenden Knospen finden sich nicht in der jungen Pflanze, wo auch der Bau der ersten Knoten von demjenigen des älteren Stammes verschieden ist.

Bis zum fünften Blatt ist das Markgewebe ganz gleichförmig geformt, erst in dem Knoten dieses findet sich eine geringe Verschiedenheit in der Gestalt der Zellen; sie sind unregelmässiger geformt wie diejenigen des

übrigen Markes, in welchem sich hier kaum eine Höhlung bildet, wie es später geschieht; sie liegen mehr wagerecht, beginnen von dem Umkreise aus sich porös zu verdicken und stellen so eine Fortsetzung des Gewebes (Fig. 2. *c.*) dar, welches die Markscheide von dem Mark trennt.

Im achten Knoten war die Scheidewand durch diese unregelmässig geformten Zellen vollständig hergestellt, die Mitte des Markes wich in den Zwischenknoten auseinander, eine Höhlenbildung beginnend. Die Fasern der hier vorkommenden Knospe verlängerten sich jedoch nicht in die Scheidewand, sondern ihrem späteren Entstehen und ihrer verlangsamten Entwickelung gemäss in die zum Holzcylinder gehörende Cambiumschicht. In noch höher stehenden Knoten nehmen auch die Spiralfasern der Knospe ihren Anfang von dem centralen Faserbündelkreise; im zwanzigsten Knoten erschienen jedoch erst Spiral-Zellen und -Fasern in der Scheidewand, verbreiteten sich indessen nicht bis zum ganzen Umkreise, sondern nur an der Seite der Knospe bis zur Hälfte des Durchmessers.

Ob nun diese (den Adventivknospen zu vergleichenden) oder die mit den Blättern zugleich auftretenden Knospen zur Entwickelung gelangen, scheint ganz von dem Zustande des Wachsthums abzuhängen, in dem sich die Pflanze befindet; wird an einer kräftig wachsenden Pflanze die Endknospe beschädigt, oder tritt mit der Blüthenentwickelung eine Aenderung ein, so entwickeln sich die Knospen der Blattwinkel des noch jüngsten Stammes; wird dagegen durch Verletzung der Wurzel oder durch Verpflanzen des Baumes eine vorübergehende Stockung des Saftes veranlasst, so scheint es Regel, dass sich die Knospen der unteren Blattwinkel entfalten.

In der abwärtswachsenden Verlängerung des Stammes, in der Wurzel der *Cecropia*, finden sich die meisten Gewebe wieder, die im Stamme enthalten sind, nur die in der Rinde enthaltenen Gummifasern und das peripherische Rindencambium finden sich hier nicht; die Korkzellen gehen unmittelbar aus der Vegetation der Rindenzellen hervor, in den Cambium-

zellen der Mittellinie kommt die Bildung derparenchymatischen Markzellen nicht zu Stande, das Mark verharrt, ähnlich wie das peripherische Rindencambium des Stammes, in der Form von Cylinderzellen, deren Häute später verholzen.

Die Bildung der verschiedenen Wurzelgewebe geht hier, wie bei allen eigentlichen Wurzeln (vergl. die Vegetationsorgane der Palmen, S. 64 u.s.w.), von dem innerhalb der Wurzelmütze befindlichen Cambium aus. Durchschneidet man die Spitze einer Wurzelfaser der Länge nach in der Mitte, so sieht man, wie sich das äussere, korkzellenartige Gewebe der Wurzelmütze (Taf. XIV. 6. *a.*) über die Oberhaut der Wurzelspitze eine Strecke weit ausbreitet, sich nach und nach in einzelnen dünnen Lagen abtrennt, wie es auch schon an der Spitze der Wurzel selbst in verschiedene Lagen gespalten ist; es ist ein braunes, zusammengetrocknetes oder feuchtes und verdrücktes, augenscheinlich todtes, abgestossenes Gewebe, ganz den abgestossenen Zellenschichten des Stammes ähnlich, nur aus längeren Zellen wie dieses bestehend. Diese todte Schicht geht aus einem lockern Zellgewebe (*b.*) hervor, das sich unterhalb desselben in der Wurzelspitze vor dem Cambium befindet, aus dem es sich bildet, wie man ohne Zweifel aus den Uebergängen sieht. Dieses lockere Gewebe besteht aus ellipsoidischen, Stärke enthaltenden Zellen, in denen neben der Stärke andere, 1—3, mit einer hellen, oder mehr oder weniger trüben Flüssigkeit gefüllte, dünnwandige Zellen sich befinden, die die Stärkebläschen, die mehr nach aussen endlich ganz verschwinden, an die Wandung der Mutterzellen drängen und endlich sich gänzlich mit Luft füllen und abgestossen werden. Ebenso wie auf dieser Seite das Gewebe der Wurzelmütze, geht auf der andern Seite das eigentliche Wurzelgewebe aus dem Cambium hervor: es sondert sich das Parenchym der Rinde und an die Stelle des Markes ein helles, dünnwandiges Cylindergewebe, während zwischen beiden eine cambiale Schicht bleibt, in der sich bald enge, abrollbare Spiralfasern anfinden. In einzelnen Zellen der Rinde und des Markes findet sich bald eine mit Körnchen und Bläschen ange-

füllte Flüssigkeit, die durch Eisenchloridlösung dunkel-grünlich gefärbt wird, während die Bläschen selbst farblos bleiben. (Bringt man diese, mit der körnigen, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit gefüllten Zellen möglichst unversehrt mit einer sehr verdünnten Eisenlösung einige Zeit in Berührung, so sieht man auf der Haut der Tochterzelle, ganz ähnlich den porösen Zellen, kleine, runde, helle Stellen, scheinbare Oeffnungen erscheinen, zwischen denen sich dann die dunkle, grüne, körnige Flüssigkeit befindet. Oft bedecken diese scheinbaren Löcher oder Tropfen einander, ohne durch Druck zusammenzufliessen.) — In älteren Theilen verschwinden diese Zellen immer mehr und an ihrer Stelle findet man porös verdickte Häute. In den cylindrischen, porös verdickten Zellen des Markes, wie in den ihnen ähnlichen spindelförmigen Holzzellen, findet sich später Stärke, die in den jüngeren Theilen rund, in den älteren grösser und flaschenförmig ist (6. *m.*); sie verhält sich, wie die oben beschriebene, hängt mit dem Ende des Flaschenhalses der Zellmembran an, die hier, nach ihrer Entfernung, eine nicht verdickte Stelle besitzt; die Resorption beginnt von innen und endet mit der Hülle. Die Bläschen vergrössern sich während der Resorption bedeutend (durch Endosmose mit dem gebildeten flüssigen Inhalte), die entleerten Hüllen werden durch Jod rosenroth gefärbt, während die theilweise entleerten Zellen hier noch dunkelblau gefärbt daneben liegen.

Das aus der Cambiumschicht sich formende, die Spiralfasern bedekkende Holz ist aus spindelförmigen Zellen und porösen oder Netz-Fasern zusammengesetzt, wie das des Stammes, doch nicht so regelmässig durch die Markstrahlenzellen in Schichten getheilt. In diesen Porenfasern findet sich, noch häufiger wie in denen des Stammes, eine Zellenbildung ein, die, von den Wandungen beginnend, den ganzen Raum der Faser ausfüllt. Untersucht man die Poren, deren Fasern so sich zu verändern beginnen, so findet man z. B. in ihnen Körnchen oder Bläschen, ähnlich, wie ich es früher (Veget. der Palmen, S. 139) von dem *Pinus sylvestris* beschrieben habe, und es scheint mir kaum zweifelhaft, dass eine neu

erweckte Lebensthätigkeit dieser Porenbläschen die Ursache des zelligen Inhaltes der Faser ist.

Eine Knospenbildung aus der Wurzel habe ich nicht beobachtet; allen mir bekannten Cecropien fehlt diese gesetzmässig, und ich vermuthe, dass die Angabe Schomburgk's (dess. Reise in British Guyana, Bd. 1.), dass die *Cecropia* wegen ihrer Wurzelsprossen ein schwer zu vertilgendes Unkraut sei, auf einer Verwechselung der Pflanzennamen beruht.

Erklärung der Zeichnungen zur *Cecropia peltata.*

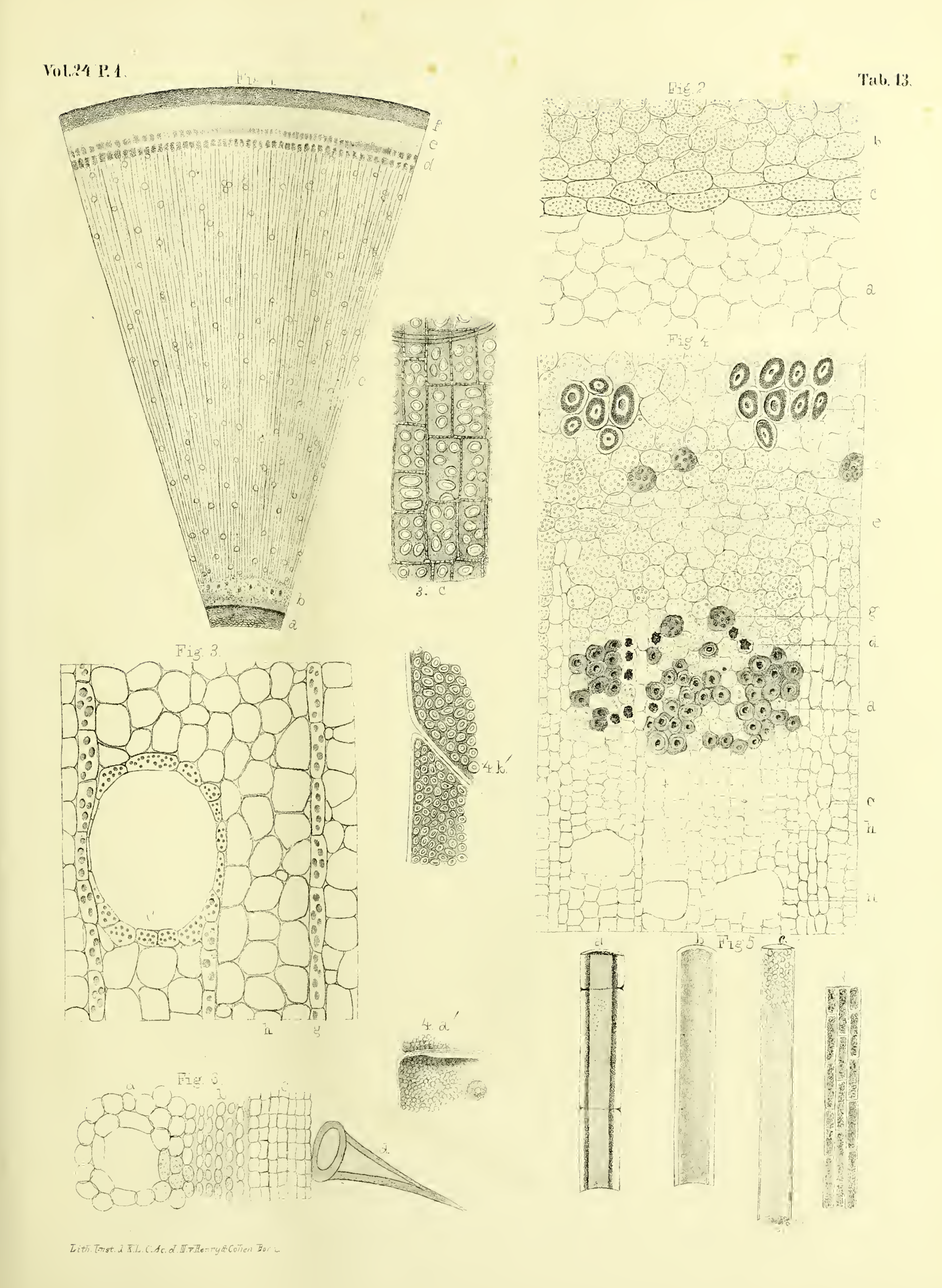
Tafel XIII.

Fig. 1. Abschnitt eines Stammquerschnittes, 5mal vergrössert; *a.* dünnwandiges, jetzt lufterfülltes Parenchym des Markes, das die Mitte der jüngsten Axe ausfüllt, später die Höhle derselben begrenzend, sich an die innere Oberfläche des Holzcylinders anlegt; *b.* kugliges Parenchym, mit fein porösen Wandungen, von dem vorigen durch eine Schicht Cylinderparenchym (Fig. 2. *c.* mit den beiden Geweben *a* und *b*, 180mal vergrössert), dessen lange Axe in horizontaler Richtung des Umkreises liegt, getrennt; in diesem Gewebe stehen die zuerst auftretenden Spiralfasern; *c.* Holzschicht, *e.* inneres, Stärke und Chlorophyll enthaltendes Parenchym, mit der dasselbe bedeckenden Korkgewebeschicht. — Fig. 3. Ein kleiner Theil des Holzes im Querschnitt, 180mal vergrössert; *g.* Markstrahlenzellen; *h.* Holzzellen; *c.* Netzfaser, deren angrenzende Zellen Stärke enthalten; *c.* ein Theil der Längenansicht dieser Netzfaser. — Fig. 4. Der jüngste Theil des Holzes mit dem Cambium und der innern Rinde im Querschnitt, 180mal vergrössert; *c.* Markstrahlen; *h.* Holzzellen; *n.* Netzfaser, deren jüngste Bildungsstufe als Porenfaser in 4. *a′* 500mal vergrössert ist; in 4. *b′* ein Theil einer älteren Porenfaser, 250mal vergrössert; *a* und *b*, innere und äussere Bastbündel, mit verdickten Häuten der endogenen Fasern; *g.* Saftfasern, wachserfüllte Bläschen enthaltend; *e.* Chlorophyll und Stärke enthaltendes Zellgewebe; *d.* Zellkern, mit kohlensauren Kalkkrystallen überzogen, in vertikalen Reihen nebeneinander liegend. — Fig. 5. *a, b, c, d.* verschiedene Entwickelungsstufen der Bastfasern; *d.* der jüngste Zustand, in dem die Querscheidewände noch vorhanden sind; *c.* die dünnhäutige Faser, mit dem an Fettbläschen reichen Safte erfüllt; *b.* Faser mit verdickter Haut der Tochterzelle, und mit einem trüben, durch Eisenchlorid

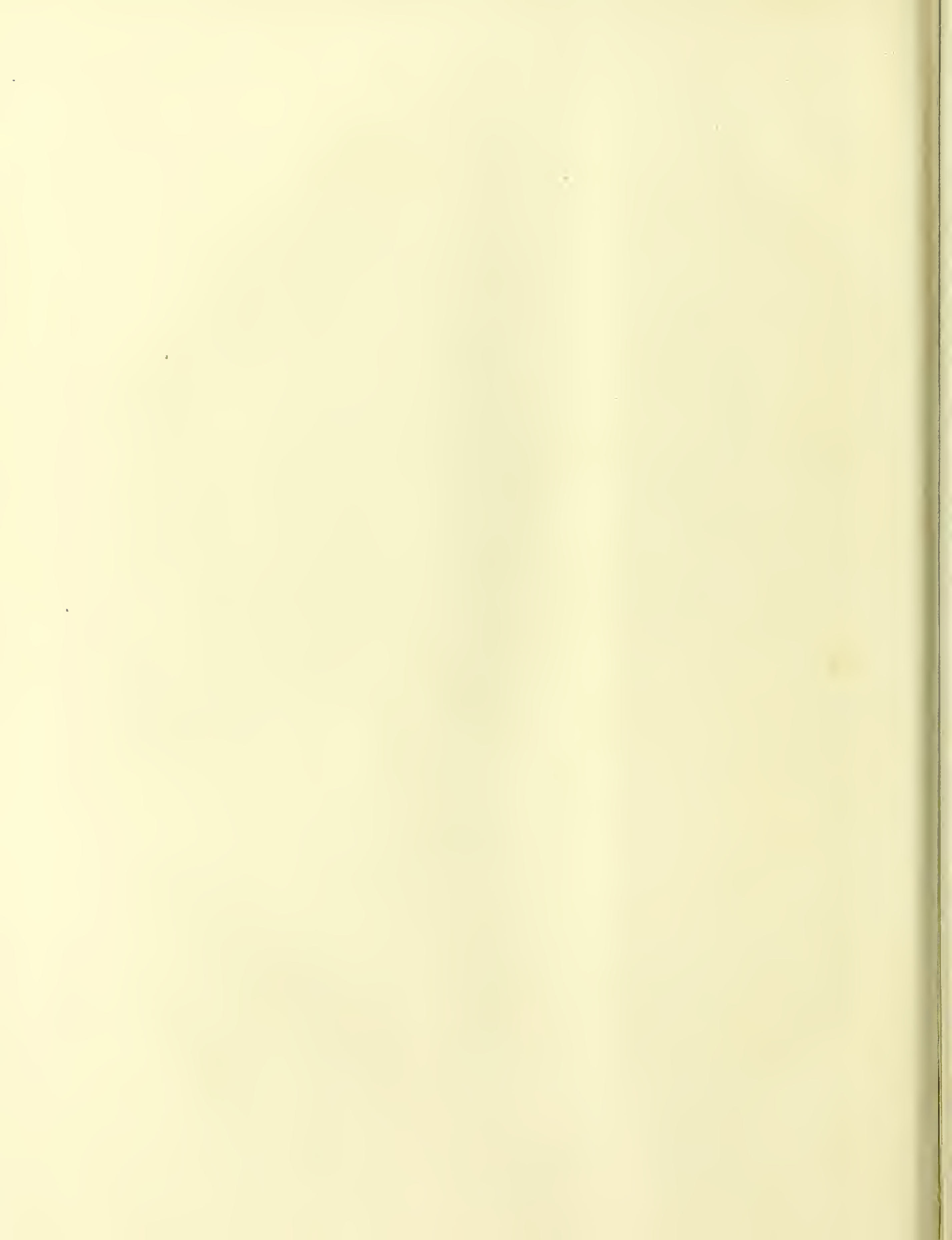
grünlich-schwarz werdenden Saft angefüllt; *a.* mit zwei endogenen Verdikkungsschichten. — Fig. 6. Aeussere Rindenschicht eines Astes, von dem eben die Blätter abgefallen waren. *a.* Chlorophyll-führende Zellen der Gummifaser, zunächst Stärke enthaltend; *b.* peripherisches Cambiumgewebe, dessen Tochterzellen von den Mutterzellen durch eine den Zwischenzellgängen angrenzende Zwischenzellsubstanz getrennt werden, jetzt endogene, mit Chlorophyll oder einer hellen Flüssigkeit erfüllte Bläschen enthaltend, welche letztere die Zellen der Korkgewebe-Schicht *c.* geben; *d.* ein abfallendes Haar, dessen Haut bedeutend verdickt ist.

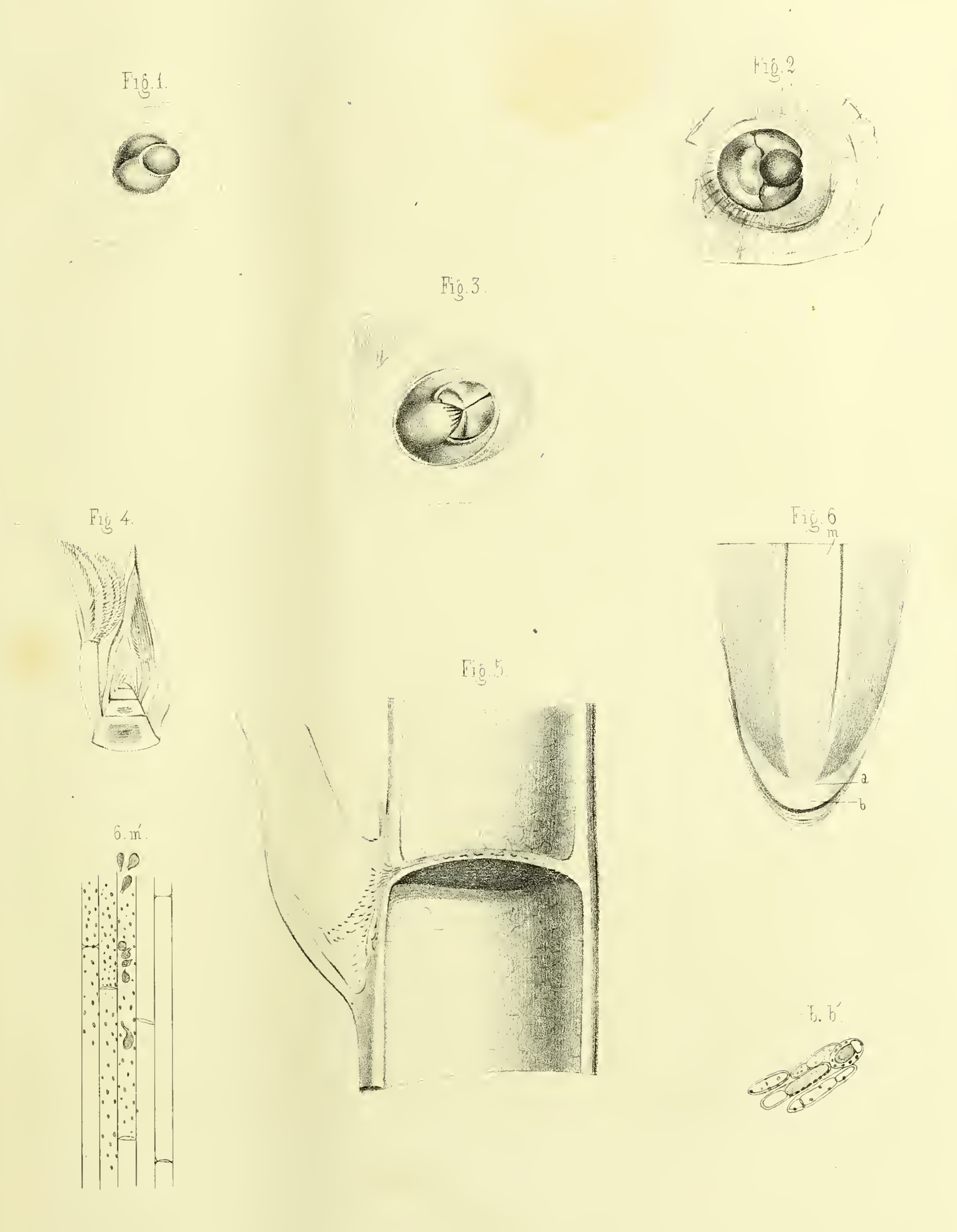
Tafel XIV.

Fig. 1, 2 und 3. Die jüngsten Entwickelungsstufen des Blattes mit der Scheide. — Fig. 4. Längendurchschnitt einer Knospe. — Fig. 5. Längendurchschnitt des Knotens eines entfalteten Astes. — Fig. 6. Längendurchschnitt einer Wurzelspitze; *m.* cylinderförmiges Gewebe, die Stelle des Markes einnehmend; *m'* dasselbe aus einem älteren Theile, mit verdickten Häuten und Stärke enthaltend, 170mal vergrössert; *a.* Gegend des Cambium; *b.* Lockeres Zellgewebe der Wurzelmütze vor dem Cambium, Stärke und endogene kernlose Zellen enthaltend; *b. b'* dieselben Zellen, 170mal vergrössert.



Lith. Inst. d. K. L. C. Ac. d. N. v. Henry & Cohen Bonn.





Lith. Jnst. d. K. L. C. Ac. d. N. v. Henry & Cohen





